
可持续超润滑水凝胶研究获进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37946.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

可持续超润滑水凝胶研究获进展。近日，中国科学院兰州化学物理研究所润滑材料全国重点实验室周峰研究员团队在可持续超润滑水凝胶领域取得突破性成果。该团队提出"选择性破坏双连续微相限域"创新设计思路，成功解决了传统水凝胶机械强度与润滑性能难以兼顾的行业难题，相关研究成果发表于《先进材料》。

人体关节软骨的天然润滑系统兼具高承载与超低摩擦特性，启发科研人员将水凝胶作为人工软骨替代材料进行探索。但传统润滑水凝胶长期面临性能权衡困境：提高网络致密度增强力学性能时，会削弱表面水合与润滑能力；追求低摩擦则导致材料在高载荷下易变形失效，严重限制了其在高载荷、长寿命润滑场景的应用。

针对这一痛点，研究团队以甲基丙烯酸（MAA）和甲基丙烯酰胺（MAAm）为模型单体，通过溶剂交换诱导微相分离策略，构建出具有双连续微相限域结构的共聚物水凝胶（BiGel）。该结构中亲水相与疏水相在纳米尺度相互贯穿限域，形成高效应力传递与能量耗散通道，其弹性模量高达约 417 MPa，远优于多数已报道润滑水凝胶体系。

为实现润滑性能突破，研究人员通过碱性 PBS 溶液处理水凝胶表面，选择性破坏表层微相限域结构，释放被限域的亲水聚合物链，形成高度水合的刷状润滑层（BiGel-CB）。该润滑层借助强水合作用与熵排斥力协同机制，使材料在水润滑条件下摩擦系数低至 0.0029，达到"超润滑"水平。

更具创新性的是，该水凝胶体系展现出优异的自再生润滑能力与闭环可回收性。在 50 N 高载荷、10 万次摩擦循环后，摩擦系数仍维持在 0.0034 左右，几乎无性能衰减；材料磨损后可在碱性条件下解离为液态前驱体，调节 pH 值即可重新凝胶化，经 100 次"降解—重建"循环后仍保持约 98.5% 的减摩性能，有效解决了润滑材料报废带来的资源浪费与微塑料污染问题。

该研究首次在同一水凝胶体系中集成超高模量、超低摩擦、优异耐磨性与闭环可回收性四大核心优势，为人工关节、软体机器人及极端环境润滑需求提供了全新材料解决方案，也为未来智能化、可持续润滑系统设计奠定了重要理论与技术基础。据悉，该研究得到中国科学院战略性先导科技专项（B类）、国家自然科学基金委等项目支持。（来源：中国科学报 叶满山）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/adma.202520620>

作者：周峰等 来源：《先进材料》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发